

手書き入力による分数計算を指導する知的CAIシステムの

3X-8

WWW上での実現

江頭 広幸† 伊藤 穰† 岡崎 泰久‡ 渡辺 健次¶ 近藤 弘樹‡

†佐賀大学大学院工学系研究科 ¶和歌山大学 システム工学部 ‡佐賀大学理工学部

1 はじめに

我々は「分数計算を指導する知的CAIシステム」の開発を行ってきた[1]。このシステムは、分数計算の途中式の入力を可能とすることによって、学習者の解法の文脈を認識し、指導に活かすという特徴を持っている。

途中式を入力する際、学習者は多くの数字や記号を入力する必要があり、インタフェースの果たす役割は重要である。我々はペンX端末によって分数式の手書き入力が可能なシステム、「FRONTIER(a FRaction calculatiON TraInER)」を開発した[2]。FRONTIERはUNIXワークステーション(SunOS 4.1.3)上で動作する。

本研究において我々はWWW(World Wide Web)上でのFRONTIERの実現を目指し、WWW FRONTIERを開発した。手書きインタフェースはWWWクライアント上、システムの知的モジュールはWWWサーバ上で動作する。このシステムは手書き文字認識をクライアント上で行うため、手書き文字認識モジュールをJava言語で開発した。このことによって通信による遅延やサーバへの手書き文字認識の負荷の集中などの問題を解決でき、高速な手書き文字認識が可能である。

本稿では、WWW FRONTIERの概要、システムの構成とインタフェースの機能、クライアント上での手書き文字認識の方法と意義について述べる。

2 システムの概要

我々は、WWW上で手書き入力が可能な分数計算を指導する知的CAIシステム、WWW FRONTIERを開発した。このシステムは、学習者に二口の分数の加減算問題を提示して解答させるドリルタイプITSである。学習者はJava環境を持つブラウザを用いてWWW FRONTIERのホームページにアクセスすることによって、システムを使用することができる。

このシステムの特徴として、学習者は計算結果だけでなく、式変形過程の入力が可能であるということが挙げられる。システムは学習者の式変形過程をもとに、解法の文脈を認識する。また、バグ知識を用いて誤り原因を同定する。学習者が誤った解答を入力した場合には、指導メッセージを表示し、3回まで再入力を促す[1]。

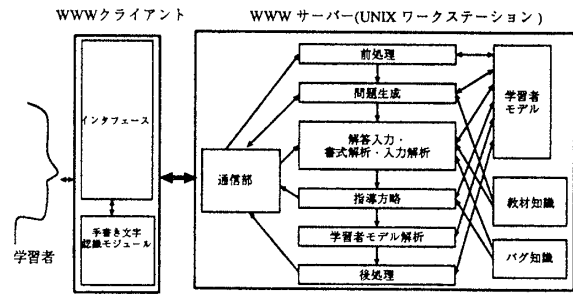


図1: WWW FRONTIERのアーキテクチャ

3 システムの構成とインタフェース

システムのインタフェースと文字認識モジュールはWWWクライアント上で動作し、解析部分などの知的モジュールはUNIXワークステーション上のWWWサーバで動作する(図1)。クライアント・サーバ間はネットワークを介してソケット通信を行う。

複数のユーザーが同時にアクセスした場合は、ユーザー毎にサーバのプロセスを複製し、並行処理を行うことによって対応する。

WWW FRONTIERの入出力インタフェース(図2)はJava言語で開発した。画面はVGAディスプレイで使用可能であることを前提としてサイズを決定した。

学習者は、WWWクライアント上で手書き入力によって解答を入力する。システムは入力された文字を手書き文字認識モジュールを用いて認識する。

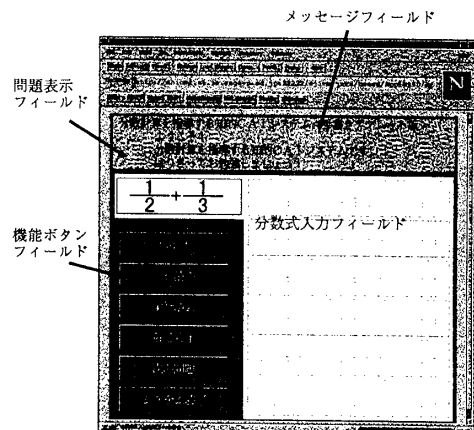


図2: WWW FRONTIERのインタフェース

インタフェース画面は問題表示フィールド、分数式入力フィールド、メッセージフィールド、機能ボタンフィールドの4つから構成されている。

問題表示フィールドにはサーバ側でシステムが生成した問題を表示する。

学習者は分数式入力フィールドにペンを用いて数字、記号を入力する。文字認識モジュールは学習者が入力した数字、記号を認識し、あらかじめ用意したビットマップフォントに置換(清書)する。

メッセージフィールドは学習者の解答に対してサーバ側から送られてくる指導メッセージを表示する。

学習者は機能ボタンを用いることによって、解答の終了をシステムに通知したり、行内の式の消去などの操作を行うことができる。

4 手書き文字認識

4.1 クライアント上での手書き文字認識

手書き文字認識には、迅速さと正確さが求められる。認識時間が長いと、学習者のストレスとなる。小さなストレスであっても、累積することによって、学習者の意欲や労力を損なう。例えば、計算問題 $4\frac{1}{4} - 2\frac{2}{3}$ の場合は、式変形過程を筆記すると27回以上の文字認識が必要である。

サーバ側で手書き文字認識を行う場合、インタフェースは学習者の手書きデータをネットワークを介してサーバに送信し、サーバ上での認識結果を受信しなければならない。この通信により遅延が生じる。また、同時に多くの学習者がシステムを使用する場合、サーバに手書き文字認識の負荷が集中し、手書き文字認識および解答解析の遅延を招く恐れがある。

WWW FRONTIERの手書き文字認識モジュールはJava言語によって開発した。手書き文字認識モジュールがWWWクライアント上で動作するため、手書き文字認識においてサーバとの通信による遅延は生じない。また、サーバに手書き文字認識の負荷がかからない。

4.2 認識方法

モジュールは学習者がペンをタブレットから離してから一定時間(現在は0.5秒)、再びペン入力が行われなかった場合に始動する。

モジュールには、高速な動作、高い認識率が求められる。そこでツリー構造に記述した数字知識とオンライン手書きデータとのマッチングによる手書き文字認識方法を用いた。

分数計算に必要な文字と記号、数式の編集に用いるジェスチャーの計17文字を認識対象とし、数字知識をモジュールに記述した。数字知識は、文字毎にストローク数、方向転換の回数、ストロークの始点、終点の位置、ストローク相互の距離などの情報を含んでい

る。これらをツリー状に記述することによって、オンラインデータと高速にマッチングすることができる。

数字や記号(キャラクタ)には一筆で書けるものと二筆必要なものがある。モジュールは、書かれたストロークがそれ自身で1キャラクタなのか、1キャラクタの部分であるのかを、ストローク間の距離を計測し判定する。

4.3 認識率

モジュールの文字認識率を検証する実験を行った。実験にはペンXタブレットを用いた。被験者7名に対し、システムの認識対象文字のうち14文字を各5回ずつ、のべ70文字記入させた。認識率の全体の平均は、94.7%であった。この数字は実用的な文字認識率を示しているものと考えられる。

5 おわりに

本研究において、WWWクライアント上で手書き入力が可能な、分数計算を指導する知的CAIシステム「WWW FRONTIER」を開発した。このシステムは手書き文字認識をクライアント上で行うため、通信による遅延やサーバへの手書き文字認識の負荷の集中などの問題を解決でき、高速な手書き文字認識が可能である。

WWW FRONTIERの開発によって、WWW上で使用できることの利点と、手書き文字入力の利点の双方を兼ね備えたITSが実現したと言える。

教育システムにおいては、認識対象となる文字種が限られるドメインが存在する。WWW FRONTIERのアーキテクチャは、ITSの他のドメインにおいても、有効であると考えられる。

参考文献

- [1] 渡辺 健次, 岡崎 泰久, 只木 進一, 近藤 弘樹: 分数計算を指導する知的CAIシステムの実現, 電子情報通信学会論文誌, A, Vol. J77-A No.3 518-529(1994).
- [2] Teisuke Yamaguchi, Kenzi Watanabe, Yasuhisa Okazaki, Hhirofumi Nakahara, Yasutaka Ikeda, Joe Ito, Hiroki Kondo, Msayoshi Okamoto, Takatoshi Yoshikawa, Hiroshi Horii: "An Implementation of the Pen Based Interface for an ITS for Guiding Fraction Calculation", Proc. of The International Conference on Computers in Education ICCE97, pp. 504 - 511 (1997).
- [3] Joo Ito, Yasuhisa Okazaki, Kenzi Watanabe, Hiroki Kondo, Msayoshi Okamoto: "Pen Based User Interface for an ITS on WWW client -Handwriting Character Recognition with Java Applet-", Proc. of The International Conference on Computers in Education ICCE98 Vol.2, pp. 324 - 327 (1998).